

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-329628

(43)Date of publication of application : 30.11.2000

(51)Int.Cl.

G01L 3/10  
B62D 5/04  
G01L 5/22

(21)Application number : 11-136659

(71)Applicant : SUZUKI MOTOR CORP

(22)Date of filing : 18.05.1999

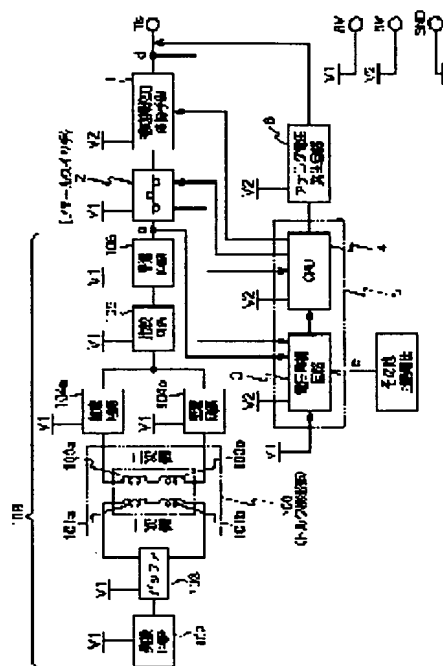
(72)Inventor : IDENO YOSHIYUKI  
SUZUKI TAKAHIRO  
AZUMA KENICHI

## (54) ELECTRIC POWER STEERING FOR AUTOMOBILE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain an electric power steering for automobile for maintaining operation feeling without any feeling of wrongness even if failure such as voltage drop and instantaneous interruption occurs in the drive power supply of a torque sensor.

**SOLUTION:** By detecting the failure in a power supply V1 of a torque sensor 108 by the self-off function of a voltage-monitoring circuit 3 or a fail switch 2, the gain of an auxiliary steering force operation means 1 is gradually decreased and a torque command Ts to an electric motor for giving auxiliary steering force to an auxiliary steering device is gradually decreased. As a result, even if the power supply V1 fails while the auxiliary steering force is in operation, the auxiliary steering force cannot be lost immediately. Since the auxiliary steering force is gradually attenuated, a driver can continue stable handle operation without any feeling of wrongness where a steering handle suddenly becomes heavy.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The torque sensor which detects and outputs the control force which acts on a steering handle, An auxiliary control-force operation means to multiply the detection output passed from said torque sensor by gain, and to output as a command value of an auxiliary control force, In electric power steering for automobiles equipped with the controller for power steering which carries out feedback control of the driving torque of the motor of an auxiliary power steering system based on the command value passed from said auxiliary control-force operation means It is arranged between said torque sensor and said controller for power steering. If abnormalities arise to the drive power source of said torque sensor, it will carry out off between said torque sensor and said controller for power steering. The fail switch which forbids that the command value of an auxiliary control force based on the detection output of said torque sensor should be inputted into said controller for power steering, Electric power steering for automobiles characterized by preparing the auxiliary control-force adjustment device which off actuation of said fail switch is detected [ adjustment device ] and decreases gradually the input of the command value of the auxiliary control force to said controller for power steering.

[Claim 2] Said fail switch is arranged between a torque sensor and an auxiliary control-force operation means between said torque sensor and said controller for power steering. It has the function which will carry out off [ of the electric connection between said torque sensor and said auxiliary control-force operation means ] if close [ of the electric connection between said torque sensor and said auxiliary control-force operation means ] is carried out and abnormalities arise to the drive power source of said torque sensor while the drive power source of said torque sensor operates normally. If off actuation of said fail switch is detected, said auxiliary control-force adjustment device Electric power steering for automobiles according to claim 1 characterized by being what has the function to decrease gradually the gain of said auxiliary control-force operation means until the command value of the substantial auxiliary control force in this auxiliary control-force operation means becomes zero.

[Claim 3] Electric power steering for automobiles according to claim 1 or 2 characterized by establishing said torque sensor, an electrical-potential-difference monitor means to detect the abnormalities of the I/O electrical potential difference of each part of a circuit relevant to said controller for power steering, and the switch control means that carries out off [ of said fail switch ] in response to the malfunction detection signal from said electrical-potential-difference monitor means.

[Claim 4] It is electric power steering according to claim 3 for automobiles carry out that it is the thing have the function which detects that the malfunction-detection signal from said electrical-potential-difference monitor means canceled said switch control means, and carries out close [ of said fail switch ], and have the function of increasing gradually the gain of said auxiliary control-force operation means until the gain in said auxiliary control-force operation means returns to the set point if said auxiliary control-force adjustment device detects close actuation of said fail switch as the description.

[Claim 5] Said auxiliary control-force adjustment device is electric power steering for automobiles according to claim 1 or 3 characterized by being constituted by the analog voltage generating circuit which became independent of said auxiliary control-force operation means.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The torque sensor which detects and outputs the control force which acts on a steering handle, An auxiliary control-force operation means to multiply the detection output passed from said torque sensor by gain, and to output as a command value of an auxiliary control force, In electric power steering for automobiles equipped with the controller for power steering which carries out feedback control of the driving torque of the motor of an auxiliary power steering system based on the command value passed from said auxiliary control-force operation means It is arranged between said torque sensor and said controller for power steering. If abnormalities arise to the drive power source of said torque sensor, it will carry out off between said torque sensor and said controller for power steering. The fail switch which forbids that the command value of an auxiliary control force based on the detection output of said torque sensor should be inputted into said controller for power steering, Electric power steering for automobiles characterized by preparing the auxiliary control-force adjustment device which off actuation of said fail switch is detected [ adjustment device ] and decreases gradually the input of the command value of the auxiliary control force to said controller for power steering.

[Claim 2] Said fail switch is arranged between a torque sensor and an auxiliary control-force operation means between said torque sensor and said controller for power steering. It has the function which will carry out off [ of the electric connection between said torque sensor and said auxiliary control-force operation means ] if close [ of the electric connection between said torque sensor and said auxiliary control-force operation means ] is carried out and abnormalities arise to the drive power source of said torque sensor while the drive power source of said torque sensor operates normally. If off actuation of said fail switch is detected, said auxiliary control-force adjustment device Electric power steering for automobiles according to claim 1 characterized by being what has the function to decrease gradually the gain of said auxiliary control-force operation means until the command value of the substantial auxiliary control force in this auxiliary control-force operation means becomes zero.

[Claim 3] Electric power steering for automobiles according to claim 1 or 2 characterized by establishing said torque sensor, an electrical-potential-difference monitor means to detect the abnormalities of the I/O electrical potential difference of each part of a circuit relevant to said controller for power steering, and the switch control means that carries out off [ of said fail switch ] in response to the malfunction detection signal from said electrical-potential-difference monitor means.

[Claim 4] It is electric power steering according to claim 3 for automobiles carry out that it is the thing have the function which detects that the malfunction-detection signal from said electrical-potential-difference monitor means canceled said switch control means, and carries out close [ of said fail switch ], and have the function of increasing gradually the gain of said auxiliary control-force operation means until the gain in said auxiliary control-force operation means returns to the set point if said auxiliary control-force adjustment device detects close actuation of said fail switch as the description.

[Claim 5] Said auxiliary control-force adjustment device is electric power steering for automobiles according to claim 1 or 3 characterized by being constituted by the analog voltage generating circuit which became independent of said auxiliary control-force operation means.

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the circuitry of electric power steering for automobiles of 1 operation gestalt which applied this invention.

[Drawing 2] By the timing chart which shows an example of the timing of operation about the torque sensor and auxiliary control-force operation means, and EPS controller of this operation gestalt Drawing showing the supply initiation timing [ as opposed to an EPS controller in drawing 2 (a) ] of an electrical potential difference V1, Drawing showing the supply initiation timing [ as opposed to an EPS controller in drawing 2 (b) ] of an electrical potential difference V2, Drawing in which drawing 2 (c) shows the initiation timing of CPU by the side of an EPS controller of operation, Drawing showing the supply initiation timing [ as opposed to a magnetostriction type torque sensor in drawing 2 (d) ] of an electrical potential difference V1, Drawing showing the supply initiation timing [ as opposed to an auxiliary control-force operation means in drawing 2 (e) ] of an electrical potential difference V2, drawing in which drawing 2 (f) shows the substantial initiation timing of an auxiliary control-force operation means of operation, and drawing 2 (g) are drawings showing the example of an output of the auxiliary control-force command value from an auxiliary control-force operation means.

[Drawing 3] It is the flow chart which shows the outline of the processing carried out by CPU as an auxiliary control-force adjustment device and a switch control means.

[Drawing 4] It is a continuation of the flow chart which shows the outline of the processing carried out by this CPU.

[Drawing 5] It is a continuation of the flow chart which shows the outline of the processing carried out by this CPU.

[Drawing 6] It is the block diagram showing the 1 conventional example of the circuitry for driving electric power steering for automobiles.

[Drawing 7] By the timing chart which shows the 1 conventional example of the timing of operation about a torque sensor and an auxiliary control-force operation means, and an EPS controller Drawing showing the supply initiation timing [ as opposed to an EPS controller in drawing 7 (a) ] of an electrical potential difference V1, Drawing showing the supply initiation timing [ as opposed to an EPS controller in drawing 7 (b) ] of an electrical potential difference V2, Drawing in which drawing 7 (c) shows the initiation timing of CPU by the side of an EPS controller of operation, Drawing showing the supply initiation timing [ as opposed to a magnetostriction type torque sensor in drawing 7 (d) ] of an electrical potential difference V1, Drawing showing the supply initiation timing [ as opposed to an auxiliary control-force operation means in drawing 7 (e) ] of an electrical potential difference V2, drawing in which drawing 7 (f) shows the substantial initiation timing of an auxiliary control-force operation means of operation, and drawing 7 (g) are drawings showing the example of an output of the auxiliary control-force command value from an auxiliary control-force operation means.

## [Description of Notations]

1 Auxiliary Control-Force Operation Means

2 Fail Switch

3 Electrical-Potential-Difference Supervisory Circuit (Electrical-Potential-Difference Monitor Means)

4 CPU (Auxiliary Control-Force Adjustment Device, Switch Control Means)

5 Control Section

6 Analog Voltage Generating Circuit  
100a, 100b Sensing coil  
101a, 101b Exiting coil  
102 Oscillator Circuit  
103 Buffer  
104a, 104b Rectifier circuit  
105 Comparator Circuit  
106 Smoothing Circuit  
107 Auxiliary Control-Force Operation Means  
108 Magnetostriction Type Torque Sensor  
109 Torque Detecting Element

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-329628

(P2000-329628A)

(43) 公開日 平成12年11月30日 (2000. 11. 30)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
G 0 1 L 3/10		G 0 1 L 3/10	A 2 F 0 5 1
B 6 2 D 5/04		B 6 2 D 5/04	3 D 0 3 3
G 0 1 L 5/22		G 0 1 L 5/22	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-136659

(22) 出願日 平成11年5月18日 (1999. 5. 18)

(71) 出願人 000002082

スズキ株式会社

静岡県浜松市高塚町300番地

(72) 発明者 出野 義之

静岡県浜松市高塚町300番地 スズキ株式  
会社内

(72) 発明者 鈴木 隆広

静岡県浜松市高塚町300番地 スズキ株式  
会社内

(74) 代理人 100079164

弁理士 高橋 勇

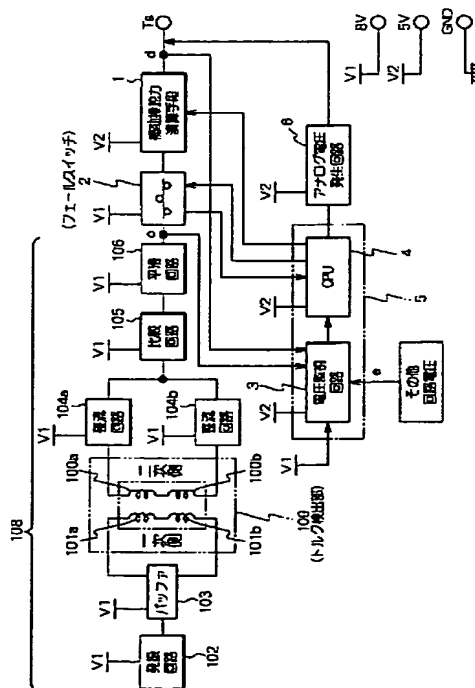
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動車用電動パワーステアリング

(57) 【要約】

【課題】 トルクセンサの駆動電源に電圧低下や瞬断等の異常が生じた場合であっても、違和感のない運転感覚を維持することのできる自動車用電動パワーステアリングを提供すること。

【解決手段】 電圧監視回路3もしくはフェール・スイッチ2のセルフオフ機能でトルクセンサ108の電源V1の異常を検知することにより、補助操舵力演算手段1のゲインを徐々に減少させ、補助操舵装置に補助操舵力を付与する電動機へのトルク指令T<sub>s</sub>を徐々に減少させる。従って、補助操舵力が作用している状態で電源V1に異常が生じても補助操舵力が直ちに消失することはない。補助操舵力が徐々に減衰するため、運転者は、突然ステアリング・ハンドルが重くなるといった違和感を感じることなく、安定したハンドル操作を継続することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ステアリング・ハンドルに作用する操舵力を検出して出力するトルクセンサと、前記トルクセンサから渡された検出出力にゲインを乗じて補助操舵力の指令値として出力する補助操舵力演算手段と、前記補助操舵力演算手段から渡された指令値に基づいて補助操舵装置の電動機の駆動トルクをフィードバック制御するパワーステアリング用コントローラとを備えた自動車用電動パワーステアリングにおいて、

前記トルクセンサと前記パワーステアリング用コントローラとの間に配備され、前記トルクセンサの駆動電源に異常が生じると前記トルクセンサと前記パワーステアリング用コントローラとの間で開路して前記トルクセンサの検出出力に基づく補助操舵力の指令値が前記パワーステアリング用コントローラに入力されるのを禁止するフェール・スイッチと、前記フェール・スイッチの開路動作を検出して前記パワーステアリング用コントローラへの補助操舵力の指令値の入力を徐々に減少させる補助操舵力調整手段とを設けたことを特徴とする自動車用電動パワーステアリング。

【請求項 2】 前記フェール・スイッチは、前記トルクセンサと前記パワーステアリング用コントローラとの間においてトルクセンサと補助操舵力演算手段との間に配備され、前記トルクセンサの駆動電源が正常に作動する間は前記トルクセンサと前記補助操舵力演算手段との間の電気的な接続を開路し且つ前記トルクセンサの駆動電源に異常が生じると前記トルクセンサと前記補助操舵力演算手段との間の電気的な接続を開路する機能を有し、前記補助操舵力調整手段は、前記フェール・スイッチの開路動作を検出すると、該補助操舵力演算手段における実質的な補助操舵力の指令値が零になるまでの間前記補助操舵力演算手段のゲインを徐々に減少させる機能を有するものであることを特徴とする請求項 1 記載の自動車用電動パワーステアリング。

【請求項 3】 前記トルクセンサと前記パワーステアリング用コントローラに関連する回路各部の入出力電圧の異常を検出する電圧監視手段と、前記電圧監視手段からの異常検出信号を受けて前記フェール・スイッチを開路するスイッチ制御手段とを設けたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の自動車用電動パワーステアリング。

【請求項 4】 前記スイッチ制御手段は、前記電圧監視手段からの異常検出信号が解消したことを検出して前記フェール・スイッチを開路する機能を有し、前記補助操舵力調整手段は、前記フェール・スイッチの開路動作を検出すると、前記補助操舵力演算手段におけるゲインが設定値に戻るまでの間前記補助操舵力演算手段のゲインを徐々に増大させる機能を有するものであることを特徴とする請求項 3 記載の自動車用電動パワーステアリング。

【請求項 5】 前記補助操舵力調整手段は、前記補助操舵力演算手段と独立したアナログ電圧発生回路によって構成されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 3 記載の自動車用電動パワーステアリング。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車用電動パワーステアリングの改良に関する。

【0002】

【従来の技術】ステアリング・ハンドルに作用する運転者の操舵力を検出し、この操舵力に応じた力を指令値として補助操舵装置の電動機を駆動することによって補助操舵力を得るようにした自動車用電動パワーステアリングが公知である。

【0003】自動車用電動パワーステアリングを駆動するための回路構成の一例について図 6 に簡単に示す。ここでは、一例として、ステアリング・ハンドルに作用する運転者の操舵力を磁歪式トルクセンサ 108 によって検出するものについて示している。

【0004】磁歪式トルクセンサ 108 のトルク検出部 109 は、磁歪性を有するハンドル軸の外周にその軸心に対して約 45 度の角度で斜交して取り付けられた一対の磁気異方性部材（図示せず）と、この磁気異方性部材の各々に取り付けられた一対の検出コイル 100a、100b、および、検出コイル 100a、100b の各々に対応して設けられた一対の励磁コイル 101a、101b によって構成される。

【0005】図 6 に示されるように、励磁コイル 101a、101b には、交流電源となる発振回路 102 および電流増幅回路となるバッファ 103 を介して励磁電流が供給されるようになっている。また、検出コイル 100a、100b の各々は、ステアリング・ハンドルの操作に伴ってハンドル軸に生じる微小な振れを磁気異方性部材の透磁率の変化として検出し、これを電圧信号として出力する。検出コイル 100a、100b から出力された電圧信号は、整流回路 104a、104b で整流されて比較回路 105 に入力される。そして、比較回路 105 は 2 つの電圧信号の偏差、つまり、ステアリング・ハンドルに作用する操舵力の大きさと操舵方向に関する情報を求め、更に、ローパス・フィルタ等で構成される平滑回路 106 で電圧偏差からノイズの影響を除去し、磁歪式トルクセンサ 108 の最終的な検出出力として補助操舵力演算手段 107 に渡す。

【0006】補助操舵力演算手段 107 には図示しない温度補償回路やパワーステアリング用コントローラ（以下、単に EPS コントローラという）等を始めとする公知の回路が接続されている。また、この補助操舵力演算手段 107 には、温度変化等によってトルク検出部 109 に生じるドリフトを吸収し、ステアリング・ハンドルに作用する操舵力が「0」であるときに補助操舵力演算手



段 107 から出力される指令値が実質的に「0」になるように出力の中間電圧を調整する中間電圧調整機能と、トルク検出部 109 の検出出力の感度に関する特性変化を吸収して適切な指令値が得られるように補助操舵力演算手段 107 の出力ゲインを調整するゲイン調整機能とが付与されている。

【0007】そして、補助操舵力演算手段 107 は、磁歪式トルクセンサ 108 からの検出出力に現時点での温度環境に適したゲインを乗じて増幅処理を行うと共に適正な中間電圧調整を施して補助操舵力の最終的な指令値  $T_s$  を求め、この値  $T_s$  を前述の EPS コントローラに補助操舵力の指令値として出力する。また、これを受けた EPS コントローラは、指令値  $T_s$  を目標値として補助操舵装置の電動機の駆動トルクをフィードバック制御し、運転者によるステアリング・ハンドルの操舵量に応じて補助操舵装置を作動させる。従って、補助操舵装置に与えられる駆動力は、運転者がステアリング・ハンドルに与えた操舵力と比例した力となり、この補助操舵力によって自動車の旋回操作がパワーアシストされることになる。

【0008】また、磁歪式トルクセンサ 108 や補助操舵力演算手段 107 を構成する各種回路に対する電源の接続状態は図 6 に示す通りであり、磁歪式トルクセンサ 108 を構成する発振回路 102、バッファ 103、整流回路 104a、104b、比較回路 105、平滑回路 106 等のアナログ回路に対しては電圧  $V_1$ （例えば 8 ボルト）が自動車のバッテリーおよび EPS コントローラ内のレギュレータ等を介して駆動電圧として印加され、また、CPU 等で構成される補助操舵力演算手段 107 に対しては  $V_2$  の電圧（例えば 5 ボルト）が自動車のバッテリーおよび EPS コントローラ内のレギュレータ等を介して駆動電圧として印加されるようになっている。なお、前述した EPS コントローラはアナログ回路と CPU を共に備えるため、電圧  $V_1$  および電圧  $V_2$  が内部のレギュレータ回路により変圧され、各回路および磁歪式トルクセンサに供給される。

【0009】図 7 は、これらの構成要素に対する駆動電源の投入タイミングや CPU の動作開始タイミング等について示すタイミングチャートである。EPS コントローラに対する電圧  $V_1$  と電圧  $V_2$  の供給は図 7 (a)、図 7 (b) に示されるようにイグニッションキーによる電源 ON の操作と同時に開始され、また、磁歪式トルクセンサ 108 の各構成要素に対する電圧  $V_1$  の供給と補助操舵力演算手段 107 に対する電圧  $V_2$  の供給も図 7 (d)、図 7 (e) に示されるようにイグニッションキーによる電源 ON の操作と同時に開始される。

【0010】そして、磁歪式トルクセンサ 108 の各構成要素に対する電圧  $V_1$  の供給が開始されると同時に図 7 (g) に示されるように補助操舵力演算手段 107 から指令値  $T_s$  の出力も開始されるが、電源投入直後の

段階では、図 7 (f) に示されるように補助操舵力演算手段 107 を構成する CPU の動作は開始されておらず、中間電圧調整機能やゲイン調整機能も適切に作動していない。従って、補助操舵力演算手段 107 から出力される補助操舵力の指令値  $T_s$  の値も平滑回路 106 からの出力そのもの、つまり、トルク検出部 109 に対する温度の影響等を含んだものであって、必ずしも適切な値とはならない。しかし、イグニッションキーによる電源 ON の操作と同時に実際の走行に関連したステアリング・ハンドルの操作が行われるといったことは現実には有り得ないので、この点は実用上の問題とはならない。

【0011】そして、図 7 (f) に示されるように、補助操舵力演算手段 107 を構成する CPU の正常な動作が開始されると、補助操舵力演算手段 107 の中間電圧調整機能およびゲイン調整機能が適切に作動を開始し、図 7 (g) に示されるように補助操舵力演算手段 107 からの補助操舵力  $T_s$  の出力も適切なものとなる。

【0012】図 7 (g) の例ではステアリング・ハンドルに作用する操舵力が「0」であるときに補助操舵力演算手段 107 から出力される補助操舵力の指令値  $T_s$  が中間電圧 2.5 ボルトと一致するように設定されており、この 2.5 ボルトの出力が実質的な補助操舵力の指令値「0」に相当する。つまり、補助操舵力演算手段 107 からの出力  $T_s$  が中間電圧 2.5 ボルトであるときに EPS コントローラから補助操舵装置の電動機に与えられる実質的なトルク指令値が「0」となる。この状態で、補助操舵装置には電動機による補助操舵力が作用せず、従って、電動パワーステアリングによるパワーアシストも実施されない。

【0013】EPS コントローラ側の CPU の動作は、図 7 (c) に示されるように、補助操舵力演算手段 107 を構成する CPU の動作開始よりも僅かに遅れるが、前述したように、イグニッションキーによる電源 ON の操作と同時に実際の走行に関連したステアリング・ハンドルの操作が行われるといったことはないので、この遅れは実用上の問題とはならない。

【0014】そして、最終的に、図 7 (c) において EPS コントローラ側の CPU の動作が開始された段階で、電動パワーステアリングのパワーアシスト機能を利用した操舵作業が実施可能となる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】まず、ステアリング・ハンドルの操作に対応した補助操舵力出力  $T_s$  の変化の一例を図 7 (g) に示す。図 7 (g) の例では、ステアリング・ハンドルを左旋回させた場合に中間電圧 2.5 ボルト以下の指令値  $T_s$  が出力され、また、ステアリング・ハンドルを右旋回させた場合には中間電圧 2.5 ボルト以上の指令値  $T_s$  が出力される。そして、この指令値  $T_s$  に応じて EPS コントローラが補助操舵装置の電動機をトルク制御することで、運転者のステアリング・

ハンドル操作力に応じた補助操舵力で自動車の操舵輪がステアリングされるようになっている。

【0016】前述した通り、補助操舵力演算手段107による中点電圧の調整およびゲイン調整が自動的に行われるので、温度変化等の外乱があった場合でも、その変化に影響されることなく、運転者によるステアリング・ハンドルの操舵力に応じた力で常に安定的に自動車の操舵輪を操作することができる。

【0017】しかし、場合によっては磁歪式トルクセンサ108の回路各部を駆動するための電源V1に異常や瞬断が生じる可能性がある。

【0018】このような現象が生じると磁歪式トルクセンサ108から出力される検出信号に異常が生じ、正常なパワーアシストが行われなくなる可能性がある。従って、従来の自動車用電動パワーステアリングにおいては、このような現象が生じた場合、磁歪式トルクセンサ108とは別系統の駆動電圧V2で作動する補助操舵力演算手段107側の処理によって補助操舵力の指令値Tsを中点電圧に保持して電動機によるパワーアシストを事実上無効にするか、または、EPSコントローラ側に異常検出信号を送ってEPSコントローラ側の処理を中止させるようにしていた。

【0019】しかし、このような構成では、図7(d)および図7(g)に一例を示すように、補助操舵装置のパワーアシストが作動している状態で電圧V1の供給異常や瞬断が発生すると、それまでステアリング・ハンドルの操舵力に応じてEPSコントローラに送られていた指令値Tsの値が瞬間的に中点電圧に復帰し、補助操舵装置によるパワーアシストが突然機能しなくなるといった欠点がある。

【0020】そして、このような現象が生じると、それまでパワーアシストによって補償されていた補助操舵力の分に相当する反力が操舵輪および操舵装置を介してステアリング・ハンドルにキックバックし、運転者に感覚的な不快感、例えば、突然ステアリング・ハンドルが重くなる等の違和感を与える問題が発生する。

【0021】

【発明の目的】そこで、本発明の目的は、前記従来技術の欠点を解消し、トルクセンサの駆動電源に電圧低下や瞬断等の異常が生じた場合であっても、違和感のない運転感覚を維持することのできる自動車用電動パワーステアリングを提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明の自動車用電動パワーステアリングは、前記課題を達成するため、トルクセンサの駆動電源に異常が生じるとトルクセンサとパワーステアリング用コントローラとの間で開路してトルクセンサの検出出力に基づく補助操舵力の指令値がパワーステアリング用コントローラに入力されるのを禁止するフェール・スイッチと、前記フェール・スイッチの開路

動作を検出してパワーステアリング用コントローラへの補助操舵力の指令値の入力を徐々に減少させる補助操舵力調整手段とを備えたことを特徴とする構成を有する。トルクセンサの駆動電源に異常が生じるとトルクセンサとパワーステアリング用コントローラとの間でフェール・スイッチが開路し、トルクセンサの検出出力に基づく補助操舵力の指令値がパワーステアリング用コントローラに入力されるのを禁止する。従って、トルクセンサの電源異常によってトルクセンサの操舵力検出機能に問題が生じた場合であっても、誤った補助操舵力の指令値がパワーステアリング用コントローラに入力されることはない。そして、フェール・スイッチが開路すると補助操舵力調整手段がこれを検出し、パワーステアリング用コントローラに対する補助操舵力の指令値の入力を徐々に減少させていく。従って、電源異常によってフェール・スイッチが開路した場合であっても、補助操舵力の指令値が直ちに「0」となることはなく、パワーステアリング用コントローラで制御される補助操舵装置によるパワーアシストの力も徐々に減衰していく。よって、操舵装置によるパワーアシスト機能を利用しているときにトルクセンサの駆動電源に突然の異常が発生したような場合であっても、運転者側におけるステアリング・ハンドル操作に違和感を生じることなく、安定した運転感覚を維持することができる。例えば、ステアリング・ハンドルの操作中にトルクセンサの電源異常が生じて、運転者がパワーアシストの瞬断による衝撃を感知したり、ステアリング・ハンドルが急に重くなる不快感を覚えたりすることはない。

【0023】また、フェール・スイッチはトルクセンサと補助操舵力演算手段との間に配備することができ、補助操舵力調整手段の一部は補助操舵力演算手段によって兼ねさせることが可能である。例えば、トルクセンサと補助操舵力演算手段との間にフェール・スイッチを配備し、トルクセンサの駆動電源が正常に作動する間はトルクセンサと前記補助操舵力演算手段との間の電気的な接続を開路する一方、トルクセンサの駆動電源に異常が生じるとトルクセンサと補助操舵力演算手段との間の電気的な接続を開路するように構成する。また、補助操舵力調整手段は、フェール・スイッチの開路動作を検出すると補助操舵力演算手段における実質的な補助操舵力の指令値が零になるまでの間、補助操舵力演算手段のゲインを徐々に減少させるように構成する。この構成によれば、補助操舵力演算手段はフェール・スイッチが開路する直前にトルクセンサから出力されていた検出出力をそのまま保持し、その後、補助操舵力演算手段から出力される実質的な補助操舵力の指令値が零になるまでの間、検出出力に乗ずるゲインの値を徐々に減少させていく。従って、フェール・スイッチの開路動作と共に補助操舵装置によるパワーアシストの力が徐々に減衰していくことになる。

【0024】また、トルクセンサやパワーステアリング用コントローラに関連する回路各部の入出力電圧の異常を検出する電圧監視手段と、この電圧監視手段からの異常検出信号を受けてフェール・スイッチを開路するスイッチ制御手段とを設けることにより、周辺回路の電源異常に伴う電動パワーステアリングの誤動作を防止することができる。スイッチ制御手段によってフェール・スイッチが開路されてからの補助操舵力調整手段や補助操舵力演算手段の動作に関しては前記と同様である。

【0025】更に、電圧監視手段からの異常検出信号が解消したことを検出してフェール・スイッチを閉路する機能をスイッチ制御手段に持たせ、また、フェール・スイッチの開路動作を検出して補助操舵力演算手段におけるゲインを徐々に増大させて設定値まで戻す機能を補助操舵力調整手段に持たせることにより、トルクセンサの電源の正常復帰を自動的に検出して電動パワーステアリングの機能を回復させることができる。この場合も、補助操舵力演算手段のゲインは瞬間的に設定値に戻されるのではなく、実質的な指令値が「0」の状態から徐々に本来の設定値まで戻されるようにしているので、補助操舵装置によるパワーアシストを利用しているときにトルクセンサの駆動電源が正常復帰したような場合であっても、運転者側におけるステアリング・ハンドルの操作に違和感を生じることなく、安定した運転感覚を維持することが可能である。例えば、ステアリング・ハンドルの操作中に突然ハンドルが軽くなるような違和感を感じることがない。

【0026】また、補助操舵力演算手段と独立したアナログ電圧発生回路によって補助操舵力調整手段を構成することも可能である。このアナログ電圧発生回路に要求される機能は、フェール・スイッチの開路動作を検出してパワーステアリング用コントローラへの補助操舵力の指令値を徐々に減少させる機能である。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の一実施形態について説明する。図1は本発明を適用した一実施形態の自動車用電動パワーステアリングの回路構成について示すブロック図である。磁歪式トルクセンサ108を構成する発振回路102、バッファ103、整流回路104a、104b、比較回路105、平滑回路106の構成に関しては図6で示した従来例と同様であるので、ここでは説明を省略する。

【0028】また、補助操舵力演算手段1には、この補助操舵力演算手段1から出力された指令値 $T_s$ を受けて補助操舵装置の電動機の駆動トルクを制御するように構成されたEPSコントローラや温度補償回路等が従来と同様にして接続されている。

【0029】更に、この補助操舵力演算手段1には、温度環境等の変化に起因するトルク検出部109の温度ドリフト等を吸収する中点電圧調整機能、および、トルク

検出部109の感度の特性変化等を吸収して適切な補助操舵力の指令値を得るためのゲイン調整機能とが備えられている。図6に示した従来例と同様、補助操舵力演算手段1は、磁歪式トルクセンサ108を構成する回路各部の駆動電源V1（例えば8ボルト）とは異なる別の駆動電源V2（例えば5ボルト）によって駆動される。

【0030】更に、本実施形態においては、磁歪式トルクセンサ108の最終出力部である平滑回路106と補助操舵力演算手段1との間にフェール・スイッチ2が配備されている。このフェール・スイッチ2は、図1に示される通り、磁歪式トルクセンサ108と共通の駆動電源V1からの電圧印加を受けて強制的に閉路される常閉接点によって構成されるが、駆動電源V1自体に重大な異常が生じた場合、例えば、駆動電源V1からの電力供給が断たれたり、または、駆動電源V1の出力電圧が極端に低下したような場合には、自動的に開路して磁歪式トルクセンサ108の検出出力が補助操舵力演算手段1に入力されるのを禁止する。図1に示す通り、EPSコントローラは補助操舵力演算手段1よりも信号伝達経路上で下流側に位置するので、フェール・スイッチ2が開路すれば必然的に磁歪式トルクセンサ108からEPSコントローラへの信号の伝達は行われなくなる。

【0031】本実施形態における電圧監視手段は、制御部5の一部である電圧監視回路3によって構成され、また、補助操舵力調整手段とスイッチ制御手段は、制御部5のCPU4によって構成される。

【0032】電圧監視回路3は、図示しないA/D変換器を介して所定のサンプリング周期毎に前述の駆動電源V1、V2やEPSコントローラ用のその他の駆動電源、更には、平滑回路106から出力される電圧信号（c点の電圧）、および、補助操舵力演算手段1から出力される指令値 $T_s$ の電圧（d点の電圧）等をはじめ、磁歪式トルクセンサ108やEPSコントローラに関連した回路各部の入出力電圧（e点の電圧）を検出する。

【0033】また、CPU4は動作プログラムや各種パラメータ等を格納するためのROMおよび演算データを一時記憶するためのRAM等を有し、更に、適切な入力回路や駆動回路を備えて、フェール・スイッチ2の開閉状態の検出やフェール・スイッチ2の開閉操作、および、電圧監視回路3で検出された電圧データの読み込み作業等を行う。更に、温度条件等に対応して適切なゲインを選択するためのデータファイルを格納したEEPROMを備え、図示しない温度補償回路からの補正情報を受けて適切なゲインを選択し、補助操舵力演算手段1に設定する機能を有する。

【0034】アナログ電圧発生回路6のON/OFF切り替え、および、アナログ電圧発生回路6に対する出力電圧の設定はCPU4によって制御される。

【0035】図2は、これらの構成要素に対する駆動電源の投入タイミングやCPU4の動作開始タイミング等

について示すタイミングチャートである。EPSコントローラに対する電圧V1と電圧V2の供給は図2

(a), 図2(b)に示されるようにイグニッションキーによる電源ONの操作と同時に開始され、補助操舵力演算手段1に対する電圧V2の供給も、図2(e)に示されるように、イグニッションキーによる電源ONの操作と同時に開始される。この点に関しては図7に示した従来例と同様である。

【0036】但し、本実施形態においては、図2(f)に示されるように、イグニッションキーの操作を検出したCPU4が動作を開始した段階で電源異常等の検出に関わる自己診断処理を実施し、電源に異常がないことを確認してから図2(d)に示されるようにして磁歪式トルクセンサ108の各構成要素に対する電圧V1の供給を開始するようにしているので、磁歪式トルクセンサ108に対する電圧V1の供給開始タイミングに関しては、図7(d)に示した従来例に比べ、自己診断処理の所要時間分に相当する遅れを生じる。既に何度も述べた通り、イグニッションキーによる電源ONの操作と同時に実際の走行に関連したステアリング・ハンドルの操作が行われるといったことはないので、この程度の動作遅れは実用上の問題とはならない。

【0037】また、EPSコントローラ側のCPUの動作開始タイミングに関しては、図2(c)に示す通り、図7(c)の従来例と同様である。

【0038】そして、本実施形態においては、ステアリング・ハンドルに作用する操舵力が「0」であるときに補助操舵力演算手段1から出力される補助操舵力の指令値Tsの値が中点電圧2.5ボルトと一致するように設定されており、この2.5ボルトの出力が実質的な補助操舵力の指令値「0」に相当する。つまり、EPSコントローラに入力される補助操舵力指令値Tsが中点電圧2.5ボルトであるときに補助操舵装置の電動機に与えられる実質的なトルク指令値が「0」であり、このとき補助操舵装置によるパワーアシストが非作動の状態となる。

【0039】一方、ステアリング・ハンドルを左旋回させた場合に補助操舵力演算手段1から出力される指令値Tsは中点電圧2.5ボルトよりも低く、また、ステアリング・ハンドルを右旋回させた場合に補助操舵力演算手段1から出力される指令値Tsは中点電圧2.5ボルトよりも高くなる。そして、その指令値Tsの大きさ、より具体的には指令値Tsと中点電圧2.5ボルトとの間の差の大小に応じてEPSコントローラが補助操舵装置の電動機をトルク制御し、運転者によるステアリング・ハンドルの操作に応じた方向と力で自動車の操舵輪が左または右に操舵される。

【0040】図3～図5は補助操舵力調整手段およびスイッチ制御手段としてのCPU4によって実施される処理の概略を示すフローチャートである。以下、これらのフローチャートを参照して本実施形態における補助操舵

力調整手段およびスイッチ制御手段の機能について詳細に説明する。

【0041】まず、ステップs1のイグニッションキーのONにより、EPSコントローラに対する電圧V1と電圧V2の供給および補助操舵力演算手段1に対する電圧V2の供給を開始する。このタイミングは、図2

(a), 図2(b), 図2(e)に示す通りである。また、電圧V1の起電力が所定値に達していれば、この段階でフェール・スイッチ2が自動的に閉路される。

【0042】次いで、CPU4は、供給電圧V1、V2の起電力の現在値と、補助操舵力演算手段1から出力されている電圧信号dの現在値、要するに、指令値Tsを読み込み(ステップs9)、各々の値が予め設定された許容値の範囲内にあるか否かを判別する(ステップs10)。

【0043】もし、電源投入直後のこの段階で供給電圧V1、V2の起電力が許容値の範囲内になれば、根本的な電源異常があることを意味する。また、図2(d)に示されるように、この段階では未だ磁歪式トルクセンサ108の回路各部に電源が投入されておらず、磁歪式トルクセンサ108からの出力は「0」である筈なので、磁歪式トルクセンサ108自体の異常によってd点の出力異常が生じるとは考えにくい。もし、それでも、補助操舵力演算手段1の電圧信号dが許容値の範囲内ないとすれば、それは、補助操舵力演算手段1の midpoint 電圧調整機能がゲイン調整機能の異常、もしくは、電圧監視回路3の異常に起因するものと考えるのが妥当である。

【0044】いずれの場合も問題を修復するのは容易でないので、ステップs10の判別結果が偽となつてこれらの異常が検出された場合には、CPU4は、補助操舵力演算手段1の作動を停止させ、アナログ発生回路6にHiレベル(5ボルト)またはLoレベル(0ボルト)の電圧信号の出力を指令し、この信号を指令値Tsに代わる異常検出信号としてEPSコントローラに入力する(ステップs11)。

【0045】異常検出信号を受けたEPSコントローラは、この異常検出信号が消えるまでの間、補助操舵装置の電動機のトルク制御に関する一切の処理を中止する。従って、起動時に重大な異常が検出された場合には、電動パワーステアリングによるパワーアシストは初めから実施されない。即ち、ステップs9～ステップs11の処理は、本実施形態における自己診断処理である。

【0046】一方、ステップs10の判別結果が真となった場合、つまり、電源異常等に関わる根本的な問題が検出されなかった場合には、CPU4はステップs2の処理に移行し、ステップs2～ステップs5の判別処理を繰り返し実行し、電圧異常等を検出するための張り込み処理を継続する。

【0047】この間、磁歪式トルクセンサ108および補助操舵力演算手段1は前述した通常の処理を実施す

る。即ち、磁歪式トルクセンサ 108 がステアリング・ハンドルに作用する運転者の操舵力を検出する。また、閉じられたフェール・スイッチ 2 を介して磁歪式トルクセンサ 108 からの信号を受けた補助操舵力演算手段 1 は、中点電圧の調整とゲイン調整を実施して適切な補助操舵力の指令値  $T_s$  を求め、この指令値  $T_s$  を EPS コントローラに出力する。そして、指令値  $T_s$  を受けた EPS コントローラは、指令値  $T_s$ 、即ち、運転者によるステアリング・ハンドルの操舵力と操舵方向とに応じて補助操舵装置の電動機の駆動トルクを制御し、電動パワーステアリングによるパワーアシストを実施する。

【0048】正常時における磁歪式トルクセンサ 108 や補助操舵力演算手段 1 および補助操舵装置の動作に関しては図 6 の従来例と同様である。

【0049】そして、駆動電源 V1 自体に極端な電圧低下や電力の瞬断等の重大な異常が発生すると、フェール・スイッチ 2 がセルフ・オフ機能によって自動的に開路し、補助操舵力調整手段としての CPU4 は、ステップ s2 の判別処理でフェール・スイッチ 2 の開路を検出する。

【0050】フェール・スイッチ 2 の開路を検出した CPU4 は、電源異常フラグ F をセットして電源異常の発生を記憶した後（ステップ s6）、現時点で補助操舵力演算手段 1 に設定されている出力ゲインの値を読み込んで、その値から所定の減衰量設定値  $\Delta g$  を減じ、この値を改めて補助操舵力演算手段 1 に出力ゲインとして設定する（ステップ s12）。次いで、CPU4 は、現時点で補助操舵力演算手段 1 から出力されている補助操舵力の指令値  $T_s$  を読み込み（ステップ s13）、その値が中点電圧の 2.5 ボルトと一致しているか否かを判別する（ステップ s14）。

【0051】そして、補助操舵力の指令値  $T_s$  が中点電圧の 2.5 ボルトと一致していなければ、補助操舵力調整手段としての CPU4 は、指令値  $T_s$  の値が中点電圧の 2.5 ボルトに一致するまでの間、前記と同様にしてステップ s12～ステップ s14 の処理を繰り返し実行し、補助操舵力演算手段 1 に設定されている出力ゲインの値を徐々に減少させていく。

【0052】補助操舵力演算手段 1 は、フェール・スイッチ 2 が開路する直前の段階で磁歪式トルクセンサ 108 の平滑回路 106 から出力されていた電圧信号の値をそのまま保持し、その値に出力ゲインを乗じることによって補助操舵力の指令値  $T_s$  を求めるように構成されている。従って、前述したステップ s12～ステップ s14 の処理で補助操舵力演算手段 1 の出力ゲインの値が徐々に小さな値に書き換えられていけば、これにつれて補助操舵力の指令値  $T_s$  の値も徐々に減衰し、最終的には中点電圧の 2.5 ボルトに収束する。

【0053】従って、例えば、電動パワーステアリングによるパワーアシスト機能が作動している状況下で駆動

電源 V1 に瞬断が生じたような場合であっても、図 7

(d) および図 7 (g) に示した従来例とは相違し、補助操舵力が急激に失われるといったことはない。本実施形態においては、図 2 (d) および図 2 (g) に示す例のように、補助操舵力が飽くまでも徐々に減衰していくことになる。従って、電動パワーステアリングによるパワーアシスト機能が作動している状況下で駆動電源 V1 に瞬断が生じたとしても、運転者がステアリング・ハンドルから瞬間的にパワーアシスト相当分の強い反力を感じ取ることはない。また、ステアリング・ハンドルが急激に重くなったりすることもないので、運転者は、ステアリング・ハンドルの操作に関わる違和感を感じることなく、安定した運転操作を継続することができる。

【0054】なお、フェール・スイッチ 2 が開路する直前の電圧信号を補助操舵力演算手段 1 に保持するための手段としては、適当なコンデンサの並列接続を利用してもよいし、または、磁歪式トルクセンサ 108 側の処理により所定の書き込み周期毎に該センサ 108 の出力を補助操舵力演算手段 1 の入力バッファに書き込むように構成しておき、フェール・スイッチ 2 の開路によってこの書き込み処理を無効にするようにしてもよい。

【0055】そして、補助操舵力の指令値  $T_s$  が中点電圧の 2.5 ボルトと一致したことがステップ s14 の判別処理で検出されると、CPU4 は、補助操舵力演算手段 1 の作動を停止させ、アナログ発生回路 6 に Hi レベル（5 ボルト）または Lo レベル（0 ボルト）の電圧信号の出力を指令し、この信号を指令値  $T_s$  に代わる異常検出信号として EPS コントローラに出力する（ステップ s15）。

【0056】この異常検出信号は原因が取り除かれるまで出力され続けるので、例えば、図 2 (g) の区間 X に実線で示すように、EPS コントローラの入力信号はステアリング・ハンドルの操作の有無に関わりなくフラットな状態に保持され、この間、補助操舵装置によるパワーアシストが非実行となる。なお、図 2 (g) では異常検出信号として Lo レベル（0 ボルト）の信号を利用する例について示しているが、EPS コントローラ側の仕様によっては Hi レベル（5 ボルト）の信号を異常検出信号とする場合もある。

【0057】次いで、CPU4 は、磁歪式トルクセンサ 108 に用いられている電源 V1 の起電力が適正な値に復帰しているか否かを判別するが（ステップ s16）、起電力 V1 が適正な値に復帰していない場合には、ステップ s16 の判別処理を繰り返し実行してそのまま待機する。

【0058】待機期間中は Lo レベル（0 ボルト）の異常検出信号が EPS コントローラに入力され続けるので、パワーアシストは実施されない。

【0059】そして、この待機期間中に電源 V1 の起電力が適正な値に復帰してステップ s16 の判別処理が真

となった場合には、CPU4は、更に、電源異常フラグFがセットされているか否か、即ち、今回検出された異常がV1電源の切断もしくは電圧低下によるものであるか否かを判別する（ステップs17）。ステップs17の判別結果が真となった場合、つまり、今回検出された異常がV1電源の切断もしくは電圧低下であった場合には、CPU4は、更に、磁歪式トルクセンサ108からの最終出力であるc点電圧が規定範囲内にあるか否かを判別し（ステップs18）、規定範囲内になければ、ステップs18の判別処理を繰り返し実行してそのまま待機する。

【0060】待機期間中はLoレベル（0ボルト）の異常検出信号がEPSコントローラに入力され続けるので、パワーアシストは実施されない。なお、電源電圧V1が正常に復帰してもc点電圧が適正とならない場合は、磁歪式トルクセンサ108自体に問題があると考えられる。

【0061】一方、ステップs18の判別結果が真となった場合、つまり、電源電圧V1が正常に復帰し、かつ、磁歪式トルクセンサ108の出力cも適正な範囲内にあると判定された場合には、今回の電源異常が一時的なものであり、磁歪式トルクセンサ108にも異常がないことを意味する。従って、スイッチ制御手段としてのCPU4は、電源異常フラグFをリセットして（ステップs19）、フェール・スイッチ2を閉じ（ステップs20）、更に、アナログ発生回路6によるLoレベル（0ボルト）の異常検出信号の出力を停止させる（ステップs21）。

【0062】異常検出信号の消失によりEPSコントローラによる補助操舵装置の電動機のトルク制御が再開されるが、この段階では、補助操舵力演算手段1から出力される指令値Tsの値が中点電圧2.5ボルトと一致するように調整されたままの状態、つまり、ゲインの値が「0」となったままの状態であるので、実質的なパワーアシスト動作、つまり、操舵装置の電動機に対する駆動制御が行われることはない。

【0063】次いで、補助操舵力調整手段としてのCPU4は、現時点で補助操舵力演算手段1に設定されている出力ゲインの値を読み込み、その値に所定の減衰量設定値Δgを加算して、この値を改めて補助操舵力演算手段1に出力ゲインとして設定し（ステップs22）、更新設定した出力ゲインの値が規定値と一致しているか否かを判別する（ステップs23）。なお、ここで言う規定値とは、温度条件等に対応してゲイン調整機能により求められる適切なゲインの値、つまり、トルクセンサ108や補助操舵力演算手段1に何の障害もないときにゲイン調整機能によってEEPROMから選択される出力ゲインの値である。

【0064】そして、設定された出力ゲインの現在値が規定値と一致していなければ、補助操舵力調整手段とし

てのCPU4は、出力ゲインの現在値が規定値に達するまでの間、前記と同様にしてステップs22～ステップs23の処理を繰り返し実行し、補助操舵力演算手段1の出力ゲインの値を徐々に増大させていく。

【0065】このようにしてステップs22～ステップs23の処理が繰り返し実行される間に補助操舵力演算手段1の出力ゲインの値は徐々に規定値に接近し、最終的には規定値に一致する。

【0066】従って、例えば、V1電源の異常等によりパワーアシストが禁止された状態のまま運転者がステアリング・ハンドルを操作していたような場合、つまり、磁歪式トルクセンサ108からの出力cが予め小さくなっている状態で電源電圧V1が急激に復活したような場合であっても、補助操舵装置による補助操舵力が急激に増大することはない。即ち、運転者が強い力でステアリング・ハンドルを操作している時にステアリング・ハンドルの動きが急に軽くなるといった問題が発生することはなく、運転者は、ハンドル操作に関わる違和感を感じることなく、安定した運転操作を継続することができる。電源異常が回復した場合の補助操舵力指令値Tsの変化の一例を図2（g）の区間Xに破線で示す。なお、図2（d）および図2（g）では電源V1が完全に正常復帰してからステアリング・ハンドルを操作して左右の切り返し旋回を行った場合の例について示している。

【0067】そして、電動パワーステアリングの機能を正常な状態に復帰させたCPU4は、再びステップs9の処理に復帰し、前記と同様にしてステップs2～ステップs5の判別処理を繰り返し実行して、電圧異常等を検出するための張り込み処理を継続する。

【0068】電圧監視回路3によって電源電圧V1の低下が検出された場合の処理、つまり、ステップs3の判別結果が真となった場合の処理も、概略において前記と同様である。但し、フェール・スイッチ2のセルフ・オフ機能よりも先に電圧監視回路3によって電源電圧V1の異常が検出された場合には、フェール・スイッチ2のセルフ・オフ機能は作動しない。従って、スイッチ制御手段としてのCPU4は、前記と同様にしてステップs7の処理で電源異常フラグFをセットし、ステップs8の処理でフェール・スイッチ2を開路させてからステップs12の処理に移行することになる。ステップs12以降の処理に関しては前記と全く同様である。

【0069】また、電圧監視回路3によって平滑回路106の出力電圧c、補助操舵力演算手段1の出力電圧d、磁歪式トルクセンサ108やEPSコントローラに関連した回路各部の入出力電圧eの異常、または、電源電圧V1の上昇が検出された場合、要するに、ステップs4またはステップs5の判別処理で異常が検出された場合には、CPU4は電源異常フラグFをセットせずにステップs8以降の処理を実施する。従って、この場合

はステップ s 17 の判別結果が偽となり、ステップ s 18 における磁歪式トルクセンサ 108 の出力電圧 c のチェック、および、ステップ s 19 における電源異常フラグ F のリセット処理は省略される。ステップ s 4 およびステップ s 5 の判別処理で検出される異常の多くは電源電圧 V 1 の上昇に起因するものであるから、ステップ s 16 の判別処理によって V 1 電圧の正常復帰が確認されれば十分であり、敢えて c 点電圧の確認作業を実施する必要はない。

【0070】以上、一実施形態として、運転者に要求されるステアリング・ハンドル操舵力の変動を補助操舵力演算手段 1 のゲイン調整によって吸収する例について述べたが、電源異常の検出と同時にアナログ電圧発生回路 6 の出力を EPS コントローラに接続し、その出力を徐々に変化させることによって前記と同様の効果を達成することができる。

【0071】

【発明の効果】本発明の自動車用電動パワーステアリングは、運転者の操舵力を検出するトルクセンサの電源異常を検知して補助操舵装置の補助操舵力を徐々に減少させていくように構成したので、トルクセンサの電源異常を検知して直ちにパワーアシストを打ち切る従来の自動車用電動パワーステアリングとは相違し、ステアリング・ハンドルの操作中にトルクセンサに異常が生じたような場合であっても、運転者側におけるステアリング・ハンドルの操作に違和感を生じることなく、安定した運転感覚を維持することができる。

【0072】また、電源が正常な状態に復帰したことを検出することにより補助操舵装置の補助操舵力を徐々に増大させて正常な状態に戻していくようにしたので、電源電圧の瞬断等の一時的な異常の場合には、パワーステアリングの自動復旧作業を実施することが可能である。この場合も、補助操舵装置のパワーアシストは徐々に正常な状態に戻っていくので、ステアリング・ハンドルの操作中に電源が復旧したような場合であっても、急にパワーアシストが効いてハンドル操作が軽くなる等といった違和感が生じることはない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明を適用した一実施形態の自動車用電動パワーステアリングの回路構成について示すブロック図である。

【図 2】同実施形態のトルクセンサおよび補助操舵力演算手段と EPS コントローラに関する動作タイミングの一例を示すタイミングチャートで、図 2 (a) は EPS コントローラに対する電圧 V 1 の供給開始タイミングを示す図、図 2 (b) は EPS コントローラに対する電圧 V 2 の供給開始タイミングを示す図、図 2 (c) は EPS コントローラ側の CPU の動作開始タイミングを示す

図、図 2 (d) は磁歪式トルクセンサに対する電圧 V 1 の供給開始タイミングを示す図、図 2 (e) は補助操舵力演算手段に対する電圧 V 2 の供給開始タイミングを示す図、図 2 (f) は補助操舵力演算手段の実質的な動作開始タイミングを示す図、図 2 (g) は補助操舵力演算手段からの補助操舵力指令値の出力例について示す図である。

【図 3】補助操舵力調整手段およびスイッチ制御手段としての CPU によって実施される処理の概略を示すフローチャートである。

【図 4】同 CPU によって実施される処理の概略を示すフローチャートの続きである。

【図 5】同 CPU によって実施される処理の概略を示すフローチャートの続きである。

【図 6】自動車用電動パワーステアリングを駆動するための回路構成の一従来例について示すブロック図である。

【図 7】トルクセンサおよび補助操舵力演算手段と EPS コントローラに関する動作タイミングの一従来例を示すタイミングチャートで、図 7 (a) は EPS コントローラに対する電圧 V 1 の供給開始タイミングを示す図、図 7 (b) は EPS コントローラに対する電圧 V 2 の供給開始タイミングを示す図、図 7 (c) は EPS コントローラ側の CPU の動作開始タイミングを示す図、図 7 (d) は磁歪式トルクセンサに対する電圧 V 1 の供給開始タイミングを示す図、図 7 (e) は補助操舵力演算手段に対する電圧 V 2 の供給開始タイミングを示す図、図 7 (f) は補助操舵力演算手段の実質的な動作開始タイミングを示す図、図 7 (g) は補助操舵力演算手段からの補助操舵力指令値の出力例について示す図である。

【符号の説明】

- 1 補助操舵力演算手段
- 2 フェール・スイッチ
- 3 電圧監視回路（電圧監視手段）
- 4 CPU（補助操舵力調整手段、スイッチ制御手段）
- 5 制御部
- 6 アナログ電圧発生回路
- 100 a, 100 b 検出コイル
- 101 a, 101 b 励磁コイル
- 102 発振回路
- 103 バッファ
- 104 a, 104 b 整流回路
- 105 比較回路
- 106 平滑回路
- 107 補助操舵力演算手段
- 108 磁歪式トルクセンサ
- 109 トルク検出部

[illegible]

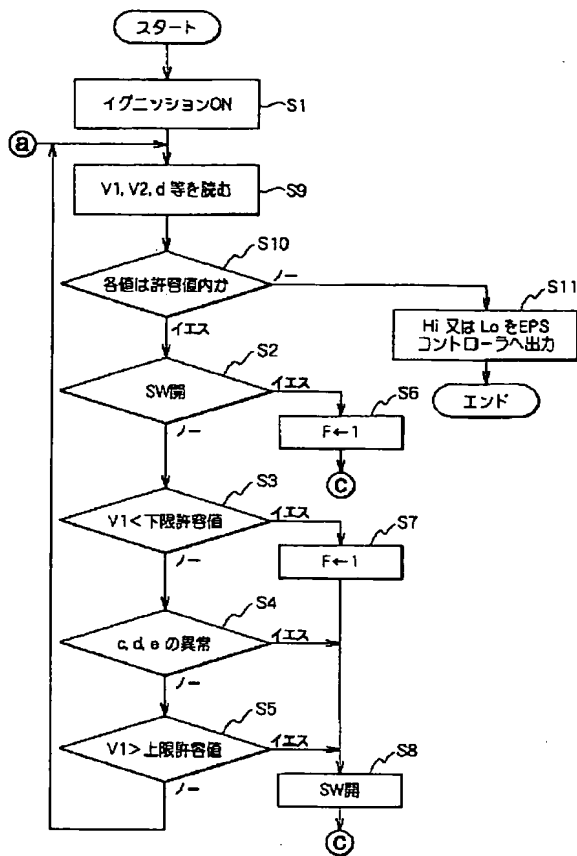
```

graph TD
    C((C)) --> S12[出力ゲイン ← 出力ゲイン - Δg]
    S12 --> S13[Ts を読む]
    S13 --> S14{Ts = 中点電圧}
    S14 -- イエス --> S15[Hi 又は Lo を EPS  
コントローラへ出力]
    S15 --> S16{下限許可値 ≤ V1 ≤ 上限許可値}
    S16 -- イエス --> S17{F = 1}
    S17 -- イエス --> S18{下限許可値 ≤ c ≤ 上限許可値}
    S18 -- イエス --> S19[F ← 0]
    S19 --> D((D))
    S14 -- ノー --> C
    S16 -- ノー --> S16
    S17 -- ノー --> S17
    S18 -- ノー --> S18

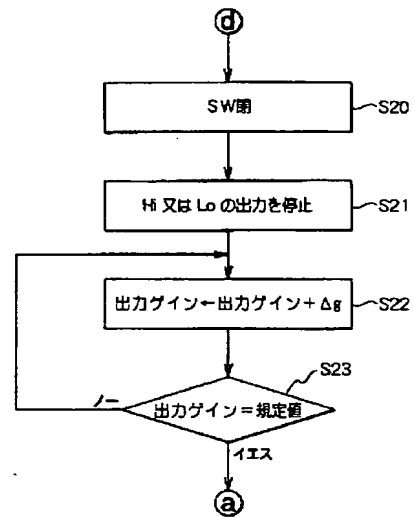
```



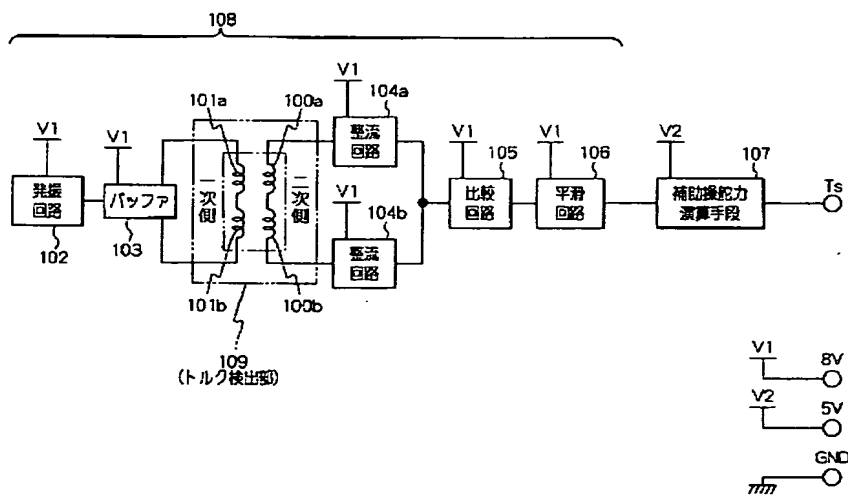
【図3】



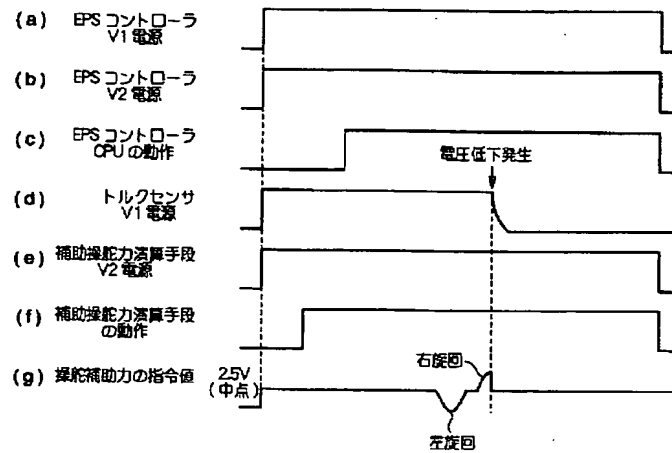
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 東 賢一  
静岡県浜松市高塚町300番地 スズキ株式  
会社内

F ターム(参考) 2F051 AA01 AB05 AC01 BA03  
3D033 CA03 CA16 CA20 CA21 CA31  
CA32